

Long-range order in quantum spin systems : a rigorous argument

著者	Kishi Tatsuya
内容記述	Thesis--University of Tsukuba, D.Sc.(A), no. 863, 1991. 3. 25
発行年	1991
URL	http://hdl.handle.net/2241/5076

氏 名(本 籍)	岸 ^{きし} 達 ^{たつ} 也 ^や (福 井 県)		
学 位 の 種 類	理 学 博 士		
学 位 記 番 号	博 甲 第 863 号		
学位授与年月日	平成 3 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当		
審 査 研 究 科	物 理 学 研 究 科		
学 位 論 文 題 目	Long-Range Order in Quantum Spin Systems -A Rigorous Argument - (量子スピン系に於ける長距離秩序－厳密な議論－)		
主 査	筑波大学教授	理学博士	高 田 慧
副 査	筑波大学教授	理学博士	小 寺 武 康
副 査	筑波大学教授	理学博士	高 山 一
副 査	筑波大学講師	理学博士	久 保 健

論 文 の 要 旨

ハイゼンベルク模型を代表とする電子スピン模型は、磁性体を記述する模型として、又相転移現象を研究する上での典型的な模型として50年以上にわたって研究されて来た。これらのスピン系が相転移を示すかどうかは統計力学の中心問題の一つである。又最近の高温超伝導の発見に伴い2次元反強磁性量子スピン系が基底状態で長距離秩序を持つかどうかに大きな関心がよせられてきた。本論文は数学的に厳密な方法に基づいていくつかの典型的な模型における長距離秩序の存在を議論したものである。論文は五章に分かれ第一章は序章としてこの分野における従来の研究を概説し、第二章は本研究に於て用いられる鏡映正值性の解説にあてられている。第三章及び第四章が著者の研究の説明に、第五章が結論にあてられている。

従来、量子系における相転移の存在の厳密な証明はごく少数の場合に限られていたがこれらの証明に用いられた方法の一つに赤外評価 (Infrared Bounds) の方法がある。本研究では、この方法を用いて典型的な模型の一つである反強磁性 XXZ 模型及び次近接相互作用のある反強磁性ハイゼンベルク模型を調べ、長距離秩序が存在する事があるパラメーター領域で厳密に証明した。

先ず XXZ 模型については3次元においてはあらゆるパラメーター領域において充分低温で反強磁性長距離秩序の存在が証明された。2次元においてはスピンの大きさが $1/2$ であつ相互作用が等方的な場合の近傍を除くあらゆる領域で基底状態で長距離秩序が存在する事が証明された。

又、次近接相互作用によって相互作用のあいだにフラストレーションが生ずる訳であるが、この場合にも次近接相互作用の強さがある臨界値を越えない場合は反強磁性長距離秩序が存在する事が証明された。

この研究により上記の場合については 3 次元では有限温度，2 次元では絶対零度に於ける相転移の存在が厳密に示された事になる。

審 査 の 要 旨

いわゆる XY 模型は 2 次元以上では基底状態で必ず長距離秩序を持つことが本研究により確立した。この，模型は相転移の基本的な模型の一つであるにもかかわらず近年数値計算の結果に基づいて反対の主張も行われ，共通の理解が得られていなかった。本研究によりこの問題に対する最終的な解決が与えられた事は極めて意義深い。又，2 次元 $S = 1/2$ ハイゼンベルク模型の近傍を除く，すべての場合について，反強磁性 XXZ 模型に於ける長距離秩序の存在が確立した事により，我々の量子スピン系の理解は大きく進歩した。又，フラストレイトした量子スピン系における長距離秩序の存在をはじめて厳密に証明した事は，フラストレイション量子効果の共存という興味深い未解決の問題の理解へ向けての重要な貢献を示したものと認められる。

よって，著者は理学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。